مدخل إلى الويب الدلالي

طارق المالكي

Tarikos2007@gmail.com

يشكل هذا المقال مدخلا موجزا وبلغة بسيطة إلى الويب الدلالي ويسعى إلى تعريف القارئ بالسياق التقني الذي ظهر فيه ما يسمى بالويب الدلالي ومرتكزاته.

فهرس مواضيع المقال

تمهيد........ 2

1- مرتكزات الويب الدلالي 5

1.1- نظام تعريف وإظهار الموارد 6

2.1-المنظومة اللغوية للويب الدلالي........ 8

1.2.1-لغة الترميز الموسعة........ 8

2.2.1-لغة إطار وصف الموارد........ 10

3.2.1-مخطط لغة إطار وصف الموارد........ 12

4.2.1- لغة الأنطلوجيا 15

3.1-لغة الاستعلام الخاصة بالأنطلوجيا........ 23

2-محرر نص الأنطلوجيا........ 24

1.2-بروتيجي........ 24

2.2-انزو 26

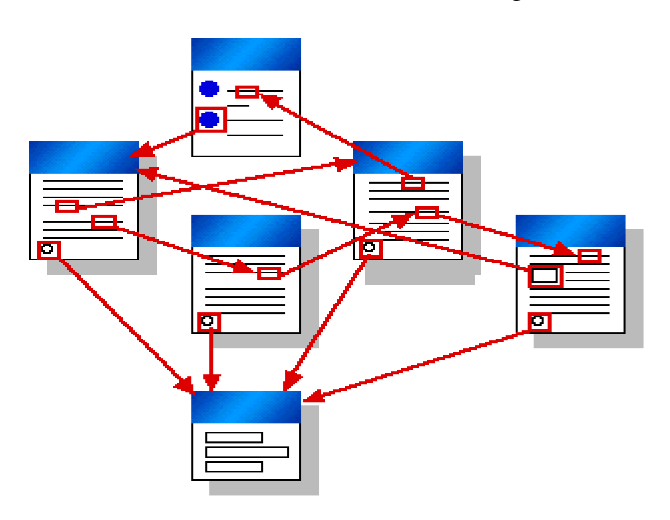
خلاصة الفصل........ 27

تمهيد

يعج الويب الحالي بملايين الصفحات الإلكترونية المترابطة كُتبت بلغة «HTML»[1]، وكل صفحة منها تمتلك عنوانا وحيدا يسمى اختصارا ب URL[2]. وبفضل هذا العنوان يتمكن المتصفح–الزبون من الوصول إلى الموقع الافتراضي حيث تُخزن الوثائق المرغوبة، ويسمى هذا الخزان بالخادم «SERVER». هناك مجموعة من القوانين والبروتوكولات المنظمة لعمليات تبادل المعلومات بين الزبائن والخوادم، على رأسها نجد "بروتوكول نقل النصوص التشعبية"[3] المعروف اختصارا بـ «HTTP».

إن التقنيات المستخدمة في بناء الويب الحالي جعلت منه أكبر شبكة معلوماتية تربط بين الوثائق(شكل 1). هكذا أصبح بمقدور البرامج الحاسوبية التجول داخل الفضاء الشبكي بالانتقال من صفحة إلى أخرى ومن موقع افتراضي لآخر من غير أن يعترضها حاجز مكاني أو يعجزها بعد مسافي .

تصل محركات البحث إلى محتوى الوثائق باقتفاء الروابط التشعبية الواردة في الصفحات، ثم تُخزن حصيلة هذا التعقب في قواعد بيانات ضخمة ، عندما تبحث عن كلمة أو عبارة بواسطة محرك بحث "كوكل" فإنه يحيلك مباشرة على الوثائق المتضمنة للكلمة، وثائق مخزنة بإحكام في قواعد معطيات "كوكل" .



شكل 1 : الترابط الوثائقي

هكذا يشكل محرك البحث وسيطا بينك وبين الفضاء الشبكي وبفضل الارتباط التشعبي بين الوثائق يستطيع الإنسان أن يصل إلى جميع المعلومات في الويب بشرط أن تكون مترابطة.

---

[1]- إنها اللغة المستخدمة لإنشاء صفحات الإنترنت. (والكلمة إختصار لـ Hyper Text Markup Language) تتكون من تيجان TAGS أو وسوم تتحكم في شكل الصفحة وعرضها بالكيفية التي نراها في المواقع الإلكترونية.

[2]-Uniform Resource Locator

[3]–معيار الإنترنيت الذي يدعم تبادل المعلومات على شبكة الانترنيت ، يسمح هذا البروتوكول لمطوري الويب بتضمين ارتباطات تشعبية داخل مستندات الويب ،وذلك بتحديد محددات موقع المعلومات URL وكيف يمكن استخدامها للوصول إلى الموارد أيا كان موقعها على الويب ..

تحتاج هذه الوثائق إلى تكشيف حتى تسهل على محركات البحث استثمارها في استرجاع البيانات منها، لذلك عمد أهل الاختصاص إلى توفير مجموعة من الأدوات الفنية تسمح بتوصيف البيانات والموارد الرقمية المحتواة في جسم الوثيقة، وتسمى هذه الأدوات بالبيانات الفوقية « meta description tags » أو الميتاداتا. ترد الميتاداتا داخل الوثيقة أو في ملف منفصل عنها ، ويعد دبلن كور[4] أحد أشهر المعايير استخداما في وصف وإتاحة مصادر المعلومات ويتكون من خمسة عشر عنصرا وهي على النحو الآتي :

المحتوى : العنوان ، والموضوع، والمصدر، واللغة، والعلاقة ، والتغطية[5].

الملكية الفكرية : منشئ العمل والناشر والمشارك والحقوق[6].

الإصدار: التاريخ، والنوع، والشكل، والمعرف[7]

– مثال استعمال دبلين كور في صفحة إلكترونية:

<META NAME="DC.Creator" CONTENT="طارق، المالكي">

<META NAME="DC.Title" CONTENT="نحو تأصيل انطلوجيا النحو العربي ">

لهذه الأدوات التكشيفية عدة مزايا منها توحيد تكشيف الموارد الرقمية بأسلوب مطرد، ومن ثم فرض نوع من التوافق على مستعملي الويب من أجل وصف مواردهم بمعجم وصفي موحد مهما اختلفت لغاتهم وأنظمتهم المعلوماتية. لكن بالرغم من أهمية عناصر البيانات الفوقية في تكشيف الوثائق وتوصيفها قصد استرجاعها، فإنها تبقى محدودة الفائدة لكونها غير مهيكلة وبعض التخصصات المعقدة تحتاج إلى توصيف أكثر غنى، فضلا عن كون محركات البحث تعتمد عليها بدرجة أقل، وتبقى الروابط التشعبية بين الوثائق الأصل في الاسترجاع .

لكن هذا الربط الوثائقي يظل محدود الفائدة كذلك، ولا يرقى إلى مستوى ربط المعطيات الموجودة داخل الوثائق. وحتى يتم ربط المعطيات داخلها يتطلب ذلك معرفة دلالة هذه الروابط وما تحيل عليه من معان، والتقنيات التقليدية التي بفضلها بُني بها الويب الحالي لا تسمح بذلك. وكان من نتائج ذلك أن البحث في الفضاء الشبكي يتم عن طريق البحث بالكلمات المفتاح الموجودة في الوثيقة الإلكترونية، أما ما تعنيه هذه الكلمات المطلوبة، فإن التقنية التقليدية لم تجهز الحواسيب بمقدرة ذكية تفهم ما يطلب منها .

والحل إذن في منظور مؤسس الويب "برنار لي" هو الانتقال من ويب الوثائق « Web de documents » إلى مرحلة جديدة تسمى بويب المعطيات « Web de données » ، أو الويب الدلالي « web sémantique » ، الذي يقوم على ربط المعطيات فيما بينها بدل الاكتفاء بربط الوثائق المتضمنة للمعطيات.

يتكون ويب المعطيات من منظومة مترابطة من الخرائط المعلوماتية تسمح للبرامج الحاسوبية بالتواصل فيما بينها وتقاسم المعلومات بين نظم مختلفة، وهذه الخرائط تسمى في أدبيات الويب الدلالي بالوجوديات أو الأنطلوجيات. والمفهوم شبيه بمفهوم الأنطلوجيا

[4] - http://dublincore.org/
[5] -Title, Subject, Description, Source, Language, Relation, Coverage
[6] -Creator, Contributor, Publisher, Rights ;
[7] -Date, Type, Format, Identifier.

الفلسفية، فإذا كانت هذه الأخيرة تدرس الموجودات من منظور إنساني محض فإن الوجوديات المعلوماتية تبني الوجود والكيانات الوجودية من منظور الحاسبات الآلية. ونحن في هذه الدراسة نسعى إلى بناء المعطى النحوي بطريقة يمكن أن يتعامل معها الحاسوب وإكساب الحاسوب الكفاءة الاصطناعية للتفكير في المركبات النحوية باعتماد خريطة معلوماتية .

حاصل القول في هذا المقام هو أن الفضاء الشبكي الحالي يعاني من مجموعة من المشاكل أبرزها :

- البيانات المتوفرة في الفضاء الشبكي **غير "مبنينة"** ، الشيء الذي يعقد مهام الحواسيب الآلية أو البرامج الوكيلة في معالجة البيانات واسترجاعها بيسر، علما أن هذه الأدوات الحاسوبية تعتبر وسيطا لا غنى عنه في البحث عن المعلومات فإذا عجزت هذه الحواسيب عن تكشيف بيانات الويب فإن ذلك يعني بضرورة عجز الانسان عن التحكم في تدفق المعلومات ومن ثم تضيع نسبة كبيرة من البيانات .
- عدم قدرة الحواسيب على **فهم ومعالجة ذكية للموارد الرقمية** حيث أن صفحات الويب الحالي صُممت بطريقة **يفهمها** المتلقي البشري، أما بالنسبة للحاسب الآلي فهي ممثلة بصفر واحد لا تعني لها شيئا .
- **عدم مرئية** جزء هام من الويب الحالي ازاء محركات البحث، حيث أن الكثير من المعطيات في الويب الحالي مخزنة في قواعد بيانات وبرامج حاسوبية ،والمستعمل الحالي للويب يتعامل فقط مع ناتج بحث في هذه البرامج، ولا يصل في أغلب الأحيان إلى كل المعرفة المخزنة بقواعد المعطيات[8] ،ما يجعل محركات البحث لا تستطيع الكشف عن هذا الكم الهائل من المعرفة المخزنة .

هذه المشاكل وغيرها قادت منظمة W3C إلى التفكير في إنشاء أدوات وصفية جديدة أكثر تطورا وذات قدرات وصفية عالية تتجاوز حدود HTML وتتوفر على نظام تمثيلي للبيانات ما يجعل الحواسيب **تفهم** ما يطلب منها و**التفكير فيها**، مدشنة مرحلة رقمية جديدة في **تنظيم** البيانات **وتوصيفها** تسمى بمرحلة الويب الدلالي .

وفي مناخ هذه التحولات التقنية، أخذت الكثير من المؤسسات العلمية الكبرى في تخريج معطياتها العلمية على مقتضى ما تضعه تقنيات الويب الدلالي من مواصفات، فتكاثرت الوجوديات الرقمية بشكل لم يعد معه ممكنا أن نحصي عددها، لامسة جميع فروع المعرفة البشرية مشكلة بذلك مجتمعا معرفيا جديدا قوامه شبكات دلالية متآزرة ، وسنذكر بعضها على سبيل المثال لا الحصر حتى تتبين لنا أهميتها؛

أ. تخصصات علوم الحياة:

- الوجودية الحيوية للمورثات
- وجودية الطب التنفسي"OntoPneumo" [9]
- وجوديات الطب الحيوي" BioPortal" [10]

---

[8]-http://www.w3.org/2010/11/le-web-semantique.pdf : « Cependant, l'information reste essentiellement textuelle et l'utilisateur ne voit que le sommet de l'iceberg : les données réelles, brutes et structurées, ne lui sont pas accessibles. Elles sont stockées, la plupart du temps, dans des bases de données et l'utilisateur n'en visualise que le rendu. »

[9]-http://bioportal.bioontology.org/ontologies/3181

[10]-http://bioportal.bioontology.org/

ب. تخصصات مرتبطة بعلم الفضاء:

- وجودية علم الفضاء[11]

ت. تخصصات مرتبطة بالعلوم الدقيقة

- وجودية الفيزياء[12]
- وجودية خاصة بالرياضيات EngMath [13]

ث. تخصصات انسانية ودينية

- وجودية الكتاب المقدس[14]
- وجودية مصطلحات القرآن الكريم[15]
- النموذج المرجعي للمفاهيم[16]

ج. الموسوعات الإلكترونية

- موسوعة وكيبيديا"DBpedia" [17]

ح. الدراسات اللسانية

- الوجودية العامة للسانيات الوصفية"GOLD" [18]
- الوجودية الوصفية للهندسة اللغوية و المعرفية."DOLCE" [19]

1- مرتكزات الويب الدلالي

لقد حقق علم المعلوميات في هذا العقد الأخير من التطور في تقنياته ونتائجه ما لا نجد له نظيرا في بقية العلوم، وذلك لدخول المعلوميات في الازدواج بالذكاء الاصطناعي من خلال تحسين القدرات الوصفية والتمثيلية للبرامج الحاسوبية، عبر تمكينها من فهم ومعالجة ذكية للمعلومات. وتأتي نظم الويب الدلالي في إطار تعزيز القدرات للويب التقليدي وإعطائه روحا جديدة فما هي أهم مرتكزاته؟

[11]-http://www.astro.umd.edu/~eshaya/astro-onto/ontologies/astronomy.html
[12]-http://www.astro.umd.edu/~eshaya/astro-onto/ontologies/physics.html
[13]-http://www-ksl.stanford.edu/knowledge-sharing/papers/engmath.html
[14]-http://www.semanticbible.com/
[15]-http://corpus.quran.com/ontology.jsp
[16]-http://www.cidoc-crm.org/
[17]-http://dbpedia.org/About
[18]-http://linguistics-ontology.org/
[19]-http://www.loa.istc.cnr.it/DOLCE.html

قام "برنار لي" مؤسس الويب الحالي بإرساء دعائم ما يعرف بالبيانات المترابطة «Linked Data» وهي عبارة عن قواعد النشر في الانترنيت ، ويلخص أهم عناوينها في المبادئ[20] الآتية:

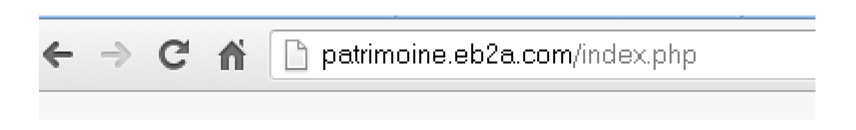
1. استعمال معرفات الموارد الموحدة « URIs » كطريقة لتسمية الأشياء في الفضاء الشبكي.
2. استعمال «HTTP URIs » حتى يتمكن المستعمل من البحث عن هذه الأسماء.
3. استخدام تقنية الاستعلام «RDF SPARQL» للوصول إلى البيانات المعرفة.
4. ربط الموارد «URIs» بأخرى حتى يستطيع المستعمل اكتشاف موارد جديدة.

يتبين من ذلك أن الويب الدلالي يرتكز على ثلاثة أركان أساسية في بناء محتوى دلالي وهي: نظام آلي لتعريف وإظهار الموارد الرقمية، و لغة واصفة بشكل دقيق لهذه الموارد ثم لغة الاستعلام .

1.1- نظام تعريف وإظهار الموارد

يحتاج الباحث إلى أن تكون البيانات في الفضاء الشبكي متمتعة بقدر كبير من الشفافية، بدلا أن تكون مخفية في برامج حاسوبية وقواعد بيانات لا تصل إليها في الغالب محركات البحث، فعلى أهمية المعلومات الموجودة في قواعد البيانات، فإنها تبقى مطمورة داخل برنامج قاعدة البيانات ولا تصل إليها إلا عن طريق بوابة الموقع المحتضن للقاعدة، مما يضيع قدرا كبيرا من المعلومات ويحول دون الاستفادة منها واسترجاعها بالشكل المطلوب من قبل محركات البحث، ذلك أن القاعدة من الناحية التقنية لا تتوفر على آلية تقنية في إظهار سجلاتها للعيان[21] ، خلافا للصفحة الإلكترونية التي تمتلك محدد موقع المعلومات URL ، الذي يسمح لأي موقع بالظهور على شبكة الفضاء الشبكي.. إن محددات موقع المعلومات هي بمثابة عناوين افتراضية كونية تحدد الموارد الرقمية بشكل دقيق على شبكة الإنترنيت. استفادت تكنولوجيا الويب الدلالي من هذه التقنية في إظهار وتعريف كل الموارد على الانترنيت حتى تلك غير القابلة للاسترجاع، وجميع الموارد التي تصفها تمتلك معرفات الإظهار لذلك فهي تعتبر جزءا أساسيا في المنظومة التقنية للويب الدلالي .

لكن كيف العمل مع موارد غير قابلة للاسترجاع من قبيل أفكار وخدمات؟ فإذا جاز لنا تعريف صفحات الويب بمحددات مواقع المعلومات « URL » كأن نضع للصفحة « index.php » العنوانَ التالي «http://www.patrimoine.eb2.ma»، حيث أن هذا العنوان يقود الباحث إلى مكان الصفحة في الفضاء الشبكي (شكل 2) ...لكن كيف يمكن أن نضع عنوانا افتراضيا لشيء مجرد مثل فكرة أو خدمة غير متحيزة في مكان افتراضي. مثلا كيف نحدد للمورد "إنسان" معرفا.

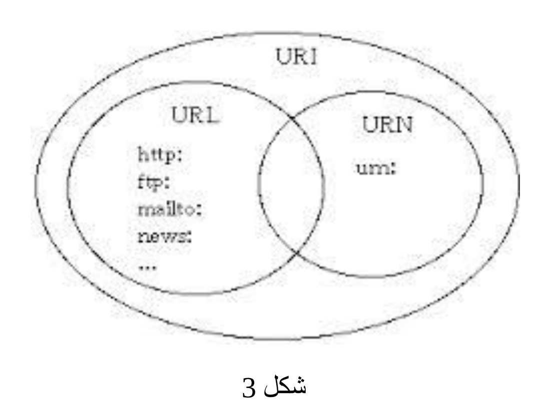


شكل 2

[20] - http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html

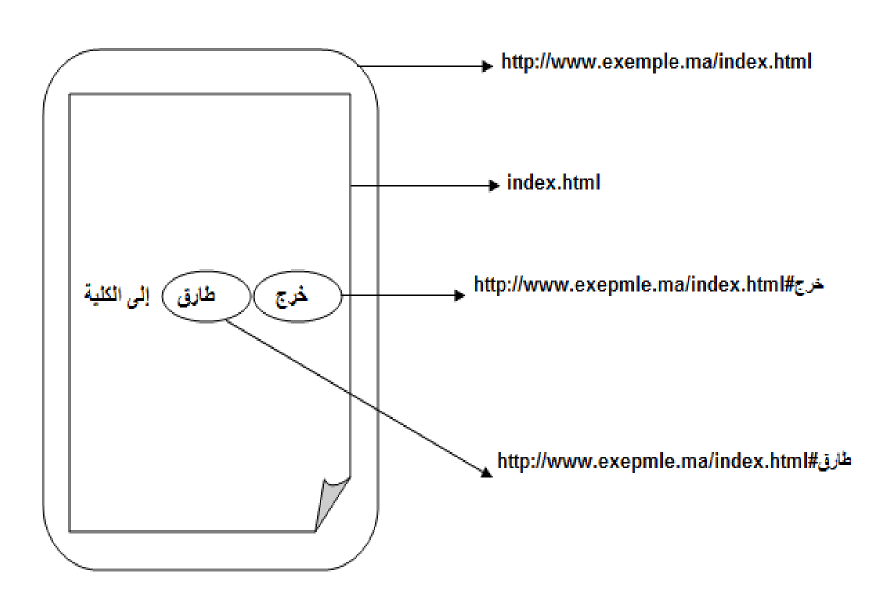
[21]- قواعد البيانات العلائقية هي عبارة عن مجموعة من الجداول المترابطة فيما بينها بعلاقات صورية...كل جدول يزدوج ببعدين؛ حقل وتسجيلة ،يمثل الحقل مدخلا للجدول وتحتوي كل تسجيلة على البيانات... عناصر القاعدة معرفة داخليا ولا يحق لأي مستخدم للقاعدة أن يستعمل عنصر خارج القاعدة .. ولا توجد أي طريقة في برامج إدارة قاعدة البيانات تعريف عنصر ما في قاعدة أ بعنصر آخر في قاعدة ب .

الجواب هو أن محدد موقع المعلومات على الشبكة ليس هو الشكل الوحيد ، بل هناك أشكال أخرى للتحديد والتسمية مثل « URI » الذي يقوم بتسمية موارد غير متحيزة ، بتعريفه لموارد مجردة مثل أفكار وخدمات معنوية بغض النظر عن مكان وجودها في الانترنيت، وهذا النوع التعريفي هو أعم من الشكل المتداول المعروف اختصارا بـ .« URL »



شكل 3

فلتحديد فكرة "خرج" وفكرة "طارق" الواردتين في الوثيقة الرقمية (شكل 4) المعرفة بالعنوان « http://www.exemple.ma/index.htm » ، نكتب العنوان يليه رمز # ثم كلمة "خرج" ، هكذا يمكن تعريف جميع الموارد غير القابلة للاسترجاع على الانترنيت مهما كانت طبيعتها[22].



شكل 4

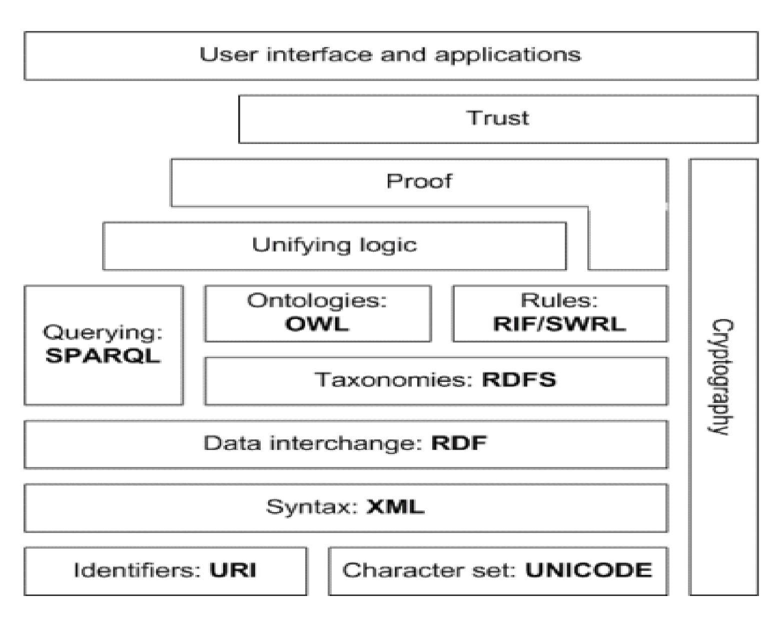
[22] -Linked Data , The Story So Far : « while Uniform Ressource Locatord (URLs) have become familiar as addresses for documents and other entities that can be located on the web , Uniform Ressource Identifiers provide a more generic means to identify any entity that exists in the word »

حاصل القول في هذا الباب أن جميع الموارد في الويب الدلالي تُمنح لها معرفات تنقلها من صورة مخفية إلى صورة مرئية بالنسبة للبرامج الحاسوبية، وبذلك يكون الويب الدلالي قد خطى خطوات متقدمة في جعل الويب ظاهرا ومرئيا.

2.1-المنظومة اللغوية للويب الدلالي

لعل أهم ميزة تختص بها لغات الويب الدلالي كونها تسعى إلى تحقيق مسعى لطالما فكر فيه البشر وهي إكساب الآلة القدرة على فهم الموارد الرقمية بطريقة أقرب إلى الذكاء الاصطناعي، ولن يتم تحقيق هذا الغرض الطموح ما لم يسبق ذلك توصيف دلالي للمحتوى الرقمي باستخدام لغات تمثيلية صورية تعرف بلغات الويب الدلالي.

تتكون المنظومة اللغوية للويب الدلالي من مجموعة من البنيات اللغوية بعضها أوسع من بعض، بحيث كلما صعدنا الهرم (شكل 5) تزداد البنى الوصفية للغات الويب الدلالي دلالة ومعنى . وإذا تقرر هذا، فقد ظهر أن هذه اللغات تنتظم في مراتب توسعية متفاوتة، بحيث تكون كل لغة أكمل مما دونها من حيث قدرتها على الوصف والتمثيل..وسنبدأ بعرض أهم هذه اللغات من أدناها تمثيلية إلى أعلاها، والجدير بالذكر أن هذه اللغات تجمعها علاقة تكامل لا علاقة تجاوز؛ فكل لغة تتوقف على سابقتها، وتستعمل أدواتها التقنية، وقد يشار إليها في النسق بسابقة تدل عليها مثل rdfs: class حيث تشير السابقة إلى مخطط وصف الموارد ، أما سابقة rdf :type فتشير إلى لغة إطار وصف الموارد..



شكل 5 : لغات الويب الدلالي

1.2.1-لغة الترميز الموسعة

تطورت لغات الويب الدلالي بشكل تدريجي انطلاقا من لغة الترميز الموسعة[23] « XML » التي أتاحت للمبرمجين هيكلة البيانات في الوثائق بشكل سمح لهم بتبادل الوثائق والبيانات بين نظم مختلفة، وبذلك دعمت وظيفتين حيويتين في الويب وهما التوافقية ثم التمثيلية ..الوظيفة الأولى سمحت بأن تعمل الأنظمة التوثيقية فيما بينها، بينما الثانية هدفت إلى تمثيل آلي البيانات وهيكلتها.

[23] -Extensible Markup Language

تُستخدم لغة الترميز الموسعة لوصف بنية ومحتوى الوثائق الإلكترونية المتاحة، وتتميز بمرونة شديدة. وخلافا للغة النص التشعبي « HTML » الذي تفرض رموزا وتيجانا سابقة الإعداد، فإن لغة الترميز الموسعة تسمح للمستخدم بإعداد الرموز التي يحتاج إليها لبناء عناصر توصيف الوثيقة وهيكلتها.

تسمح لنا لغة الترميز الموسعة بالتعبير عن محتوى الوثيقة (شكل 6) بشكل آلي باستخدام عناصر اختيارية محضة (جدول 1)، وصولا إلى وثيقة قابلة للمعالجة الآلية ومعبر عنها بلغة مفهومة (شكل 7)

إذا تأملت الوثيقتين (شكل 6) و (شكل 7) يتبين الفرق بينهما في نقطتين بارزتين ؛

- يمكن للحاسب الآلي والمتلقي البشري أن يفهم ما تعنيه الوثيقة الممثلة بالشكل 7 ، فضلا عن كونها أكثر مقروئية بالنسبة للحاسبات الآلية، في حين أن المعطيات الممثلة في الشكل 6 مفهومة فقط لنا نحن البشر، وأيا كانت الحواسيب فإنها تبقى عاجزة عن تأويل ما تعنيه نظرا لأنها غير مهيكلة بشكل يجعلها قابلة للمعالجة الحاسوبية ، وبالتالي يمكن القول أن الأولى أكثر تمثيلية للبيانات من الثانية.
- تمتلك الوثيقة الممثلة بالشكل 7 ملفا حاسوبيا، الشيء الذي يجعلها قابلة للتداول والتقاسم من قبل نُظم معلوماتية مختلفة، في حين أن الوثيقة الممثلة بالشكل 6 تغيب فيها هذه الخاصية، فنقول أن الأولى أكثر توافقية من الثانية.

الرمز باللغة الانجليزية	المقابل العربي
book	الكتاب
author	الكاتب
publisher	الناشر
year	اسم مؤسسة النشر

جدول 1 رموز لغة الترميز الموسعة

النحو: ابن جني، الخصائص ،دار الأنوار،2008

البلاغة: الزمخشري ، أسرار البلاغة ، المؤسسة العلمية للنشر،2011

الفقه: السيد سابق، فقه السنة، المؤسسة العلمية للنشر،2014

شكل 6

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
▼<bookstore>
  ▼<book category="النحو">
     <title lang="AR">الخصائص</title>
     <author>ابن جني</author>
     <publisher>دار الأنوار</publisher>
     <year>2008</year>
   </book>
  ▼<book category="البلاغة">
     <title lang="AR">أسرار البلاغة</title>
     <author>الزمخشري</author>
     <publisher>المؤسسة العلمية للنشر</publisher>
     <year>2011</year>
   </book>
  ▼<book category="الفقه">
     <title lang="AR">فقه السنة</title>
     <author>السيد سابق</author>
     <publisher>المؤسسة العلمية للنشر</publisher>
     <year>2014</year>
   </book>
 </bookstore>
```

شكل 7

من ما مر يتبين جليا أن "الفضاء الحاسوبي" قطع أشواطا كبيرة في دعم التوافقية وتمثيل البيانات مع لغة الترميز الموسعة، لكن هذه اللغة، مع ما تتمتع به من قيمة مضافة، لا تقدم أية دلالات لمعنى المحتوى الذي تتضمنه، لأنها صُممت أساسا لصورنة الموارد الرقمية من الناحية التركيبية وليس من الناحية الدلالية. من أجل ذلك قامت رابطة الويب العالمي ببحث أشكال تعبيرية جديدة تتسع لوضعيات وصفية أكثر تعقيدا .

2.2.1-لغة إطار وصف الموارد

بحثا عن المزيد من التوافق المعلوماتي وطلبا لنماذج أرقى في تمثيل البيانات، وضعت منظمة الويب العالمي مواصفات جديدة تتميز بعمق توصيف البيانات وتمثيلها، ومن هذه النماذج "معيار إطار وصف الموارد"[24] الذي ساهم في تنظيم المعرفة عبر بناء نموذج بسيط للبيانات يقوم على ثلاثة عناصر أساسية تشكل الجملة النحوية للغة إطار وصف الموارد وهي :

- ✓ المسند إليه « Subject » وهو العنصر الموصوف أو المخبر عنه أو المسند إليه.
- ✓ علاقة الاسناد « Predicate » وهي الميزة أو خاصية المسند إليه.
- ✓ المسند « Object » وهو قيمة علاقة الاسناد.

[24] -Resource Description Framework



شكل 8 : جملة لغة إطار وصف الموارد

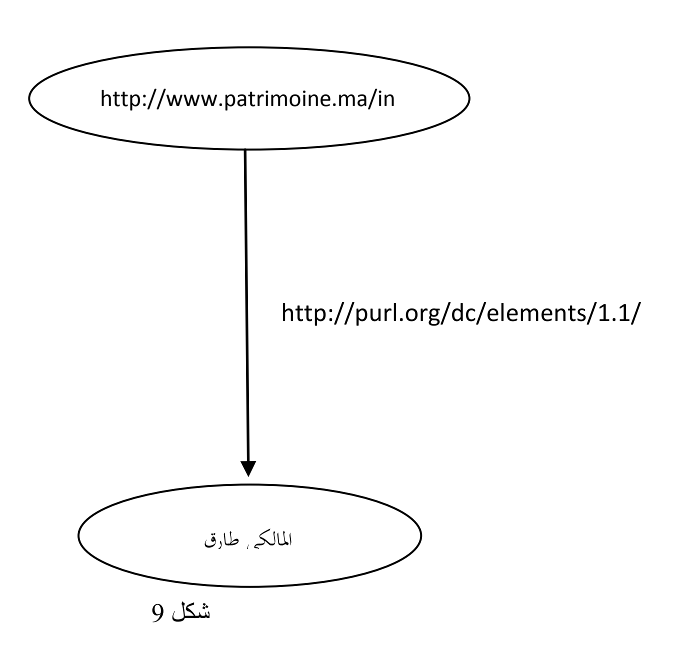
بهذه العناصر الثلاث يمكن تمثيل جميع الموارد الرقمية على الانترنيت فالجملة التالية :

http://www.patrimoine.ma/index.html creator المالكي طارق

يمكن تمثيلها بلغة إطار وصف الموارد كما يلي :

- ✓ المسند إليه « Subject »: http://www.patrimoine.ma/index.html
- ✓ علاقة الاسناد « Predicate » : creator
- ✓ المسند « Object » : المالكي طارق

وقد جرت العادة في أدبيات الويب الدلالي تمثيل جملة لغة "إطار وصف الموارد" بمبيان على الشكل الآتي :



شكل 9

حيث ترمز الأقواس إلى علاقة الاسناد ، بينما تمثل الدوائر حيز العلاقة ومداها (المسند والمسند إليه).

إذا أخذنا نفس المعلومات الواردة في الشكل 6 ، وعبرنا عنها بلغة RDF (شكل 10)، ثم قمنا بمقارنته بالنص الممثل في الشكل 7 ستجد أن ثمة اختلافات وتشابهات بين النصين:

فيما يتعلق بأوجه التشابه فإن كلا النصين قد نُظمت معطياته بأسلوب شجري، ويفسر ذلك بكون اللغتين تستندان إلى أصل لغوي واحد وهو لغة الترميز الموسعة XML.

أما الاختلافات فتكمن في كون العناصر التي استُخدمت في (شكل 7) هي اختيارية محضة لم تتحكم فيها قائمة سابقة الإعداد، بينما النص الوصفي الذي بين أيدينا (شكل 10) فقد استُعملت فيه واصفات جاهزة استُعيرت من قائمة جاهزة مأخوذة من الموقع الافتراضي التالي : http://www.patrimoine.ma/kitab .

إن هذا الأسلوب الجديد في التوصيف قد خطى بالتكشيف الحاسوبي خطوات كبيرة من حيث إنه وحد المداخل الكشفية المستخدمة في توصيف الموارد الرقمية، بالإحالة مباشرة على الرابط الذي يستضيف المعجم الواصف.بهذه الطريقة الموحدة يمكن تكشيف عدد هائل من الوثائق والموارد الرقمية بنفس المعجم المباشر، ويفترض هذا الأسلوب وجود معاجم واصفة سابقة الإعداد (شكل 11) ويستحسن أن تُستخدم لهذا الغرض المعاجم المشهورة مثل تطبيق[25] « FOAF» الذي يصف الأشخاص وعلاقاتهم أو دبلن كور (شكل 10).

3.2.1-مخطط لغة إطار وصف الموارد[26]

جاءت لغة "مخطط إطار وصف الموارد"[27] لإتمام وتوسيع القدرات الوصفية والتمثيلية للغتين السابقتين. وذلك بإضافة مزيد من المعنى والدلالة إلى الموارد الرقمية. ولعل أهم ما أضافته هذه اللغة هو بناء نحو جديد يقوم على عنصرين أساسيين : هما الفئات ثم خصائص الفئات.

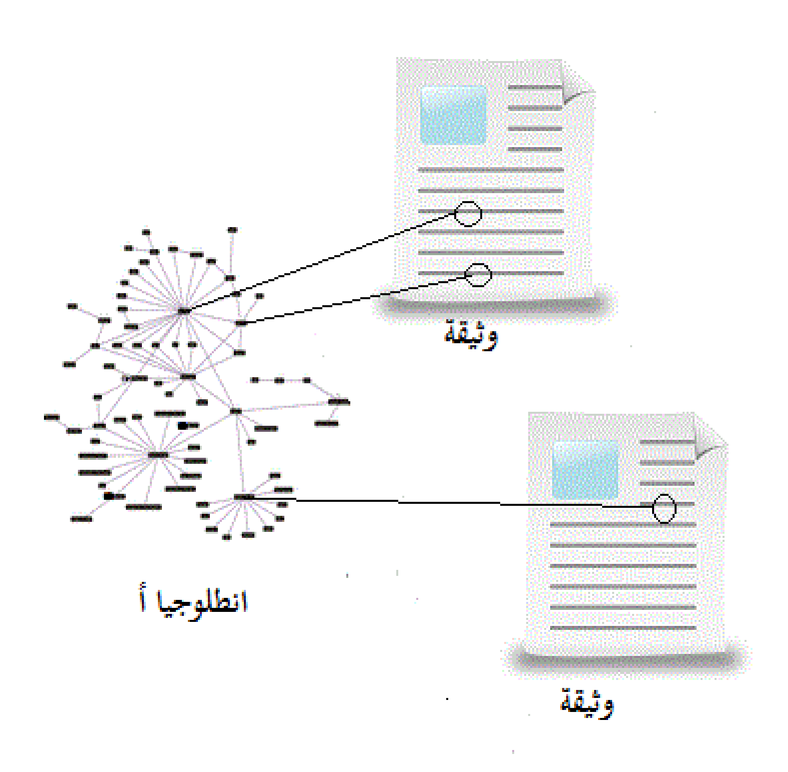
1.3.2.1-الفئات

الفئة rdfs:Class هي مجموعة من العناصر تتسم بخواص مشتركة ، بحيث لا يتوقف تعريفها على وجود عناصر أخرى ليست من نفس الفئة ... وبناء على ذلك يمكن اعتبار "القطط" أو "الأشجار" فئتين متمايزتين، لكن في مقابل ذلك لا يمكن أن نعتبر "استقر في" فئة، لأن تعريفه متعلق نحويا ووجوديا بفاعله ومفعوله ..

[25] - Friend of a friend
[26] - http://www.yoyodesign.org/doc/w3c/rdf-schema/
[27] -Resource Description Framework Schema

```
<?xml version='1.0'?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
xmlns:book='http://www.patrimoine.ma/kitab#'>
<rdf:Description rdf:about='http://www.patrimoine.ma/kitab#أسرار_البلاغة'>
  <book:auteur>الزمخشري</book:auteur>
  <book:publisher>المؤسسة العلمية للنشر</book:publisher>
  <book:year>2011</book:year>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about='http://www.patrimoine.ma/kitab#الخصائص'>
  <book:auteur>ابن جني</book:auteur>
  <book:publisher>المؤسسة العلمية للنشر</book:publisher>
  <book:year>2008</book:year>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about='http://www.patrimoine.ma/kitab#فقه_السنة'>
  <book:auteur>السيد سابق</book:auteur>
  <book:publisher>المؤسسة العلمية للنشر</book:publisher>
  <book:year>2011</book:year>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

شكل 10



شكل 11

يقسم مخطط إطار وصف الموارد « RDFs » الموارد التي يقوم بتوصيفها إلى فئات متمايزة أو متضمن بعضها في بعض، كل فئة معرفة بـ « RDF URI References» وهو كما رأينا مجموعة من المحارف تعرف الموارد الرقمية في الفضاء الشبكي.

تسمى العناصر المنتمية إلى الفئة بالمثيلات « instance » مثال :

- *رجل* rdf:type *طارق*

حيث إن "*رجل*" فئة تتضمن مجموعة من الأفراد تتقاسم خواصا بشرية مشتركة ،في حين أن "*طارق*" عنصر ينتمي إلى فئة "*رجل*" ،ويسمى مثيلا « instance » لرجل.

تنتظم المفاهيم أو الفئات في الأنطلوجيا في شكل هرمي (hierarchy) بحسب علاقة التعميم و التخصيص (generalization / specialization) بين هذه المفاهيم. في هذه الهرمية يكون المفهوم الخاص ابناً للمفهوم الأعم منه. مثلاً : "رجل" هو "إنسان" و "الإنسان" هو "كائن حي" (المفهوم "رجل" هو ابن المفهوم "إنسان" و الذي بدوره ابن المفهوم "كائن حي")[28].

للتعبير عن هذه العلاقة الهرمية نستعمل من قاموس لغة مخطط إطار وصف الموارد عملية rdfs:subClassOf ،التي يكمن دورها في تحديد تراتبية المفاهيم فيما بينها.

انسان rdfs:subClassOf *رجل.*

```
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
xml:base="http://www.homme.ma/homme#">
<rdf:Description rdf:ID="انسان">
 <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:ID="رجل">
 <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
 <rdfs:subClassOf rdf:resource="#انسان"/>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

[28] -http://arabteam2000-forum.com/index.php/topic/185890-ontology/

2.3.2.1-خواص الفئات

الخواص Properties كما أشرنا سابقا هي علاقات بين الفئات، أو ميزات للفئات، وهي تعرف بحسب ما تتعلق به مثل مفهوم "*يقطن في*" فهو علاقة أو خاصية لفئة " *شخص*" لا يمكن تصور هذا المفهوم بدون أن نستحضر ما يتعلق به، بهذا المعنى فإن الخاصية تدل على معنى حاصل في غيره ، أي باعتبار متعلقه لا باعتباره في نفسه.

ما يميز الخواص أنها تربط بين فئتين ربطا متجها من فئة – منطلق التي تسمى بحيز العلاقة rdfs:domain إلى فئة– مستقر هذه العلاقة، تسمى بمدى العلاقة .« rdfs:range »

مثل "يقطن في" هي علاقة تربط بين شخص ومكان، حيث أن الشخص هو حيز العلاقة بينما المكان هي مدى العلاقة.

وكما أن الفئات يمكن أن تندرج بعضها ضمن بعض، فإن الخاصيات كذلك تتمتع بهذه الصفة حيث يمكن أن نحدد علاقة هرمية » rdfs:subPropertyOf « تربط بين الخواص مثال:

ع:أبدع rdfs:subPropertyOf ع: ألف

حيث أن الرمز ع: يشير إلى محدد المعلومات URI . تلاحظ جيدا في المثال أن "ع:ألف" وهي خاصية تربط بين فئة "شخص" وفئة "كتاب" متضمنة في خاصية أوسع منها وهي "ع: أبدع"، ومن ثم فإن خاصية "ع :ألف" أخص من "ع:أبدع".

4.2.1- لغة الأنطلوجيا

هي لغة ترميز دلالية تُستخدم في نشر وتقاسم الأنطلوجيات بالفضاء الشبكي ، وتعتبر امتدادا للغة إطار وصف الموارد ، واشتقت من لغة « DAML+OIL »

ميزت هذه اللغة بين نوعين من الخواص أو العلاقات .

- خواص تربط بين الفئات بعضها ببعض مثل خاصية "*يسكن في*" ، فهي تربط بين فئة "*شخص*" و فئة "*مكان*" ، يرمز لهذه الخواص بعبارة « owl:ObjectProperty »

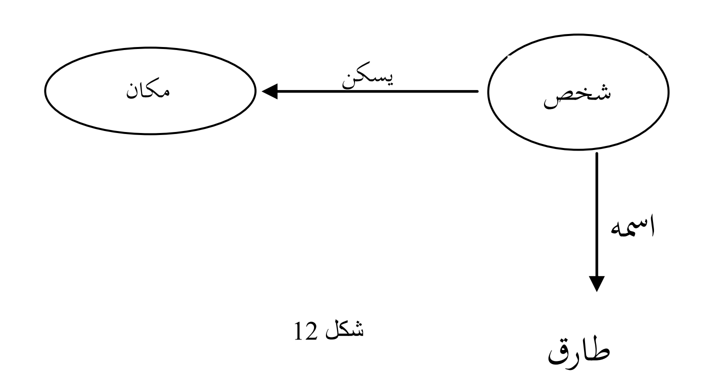
```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="يسكن_في">
<rdfs:domain rdf:resource="#شخص" />
<rdfs:range  rdf:resource="#مكان" />
</owl:ObjectProperty>
```

- وخواص تربط بين فئات وبيانات نصية أو رقمية ، مثل خاصية "*اسمه*" ؛ فهي تربط بين فئة "*شخص*" ومعطى نصي " طارق".يرمز لهذه الخواص بعبارة owl:DatatypeProperty

```
<owl:DatatypeProperty rdf:about="#اسمه">
<rdfs:domain rdf:resource="#شخص"/>
```

```
<rdf:range rdf:resource="&xsd;string"/>

</owl:DatatypeProperty>
```



شكل 12

1.4.2.1-توصيف فئات الأنطلوجيا

اغتنت لغة الأنطلوجيا بمعجم دلالي غني يسمح بتوصيف مجالات أكثر تعقيدا وما ذلك إلا لكونها اقتبست وسائلها الوصفية من تضافر جهود الرياضيين والمنطقيين بالاستعانة بعلوم الذكاء الاصطناعي، حيث أن تعريف المفهوم قد استند إلى منطق المجموعات الرياضية، والأمثلة الآتية كفيلة بإعطاء فكرة شاملة عما تقدمه الأنطلوجيا لمستعملي الويب في وصف حاجياتهم باعتماد هذا المنطق.

تُبنى الفئات في لغة الأنطلوجيا بست طرق :

1. إما بتعريف الفئة بمحدد المواقع URI مثاله :

```
<owl:Class rdf:ID="انسان"/>
```

في هذا المثال قمنا بتعريف فئة "انسان".

2. وإما بإحصاء جميع العناصر التي تنتمي إلى الفئة بواسطة خاصية «owl:oneOf» مثاله:

```
<owl:Class>
  <owl:oneOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Thing rdf:about="#رجال"/>
    <owl:Thing rdf:about="#نساء"/>
  </owl:oneOf>
</owl:Class>
```

في هذا المثال قمنا بتعريف فئة "انسان" باعتبارها تتكون من عنصرين أساسيين: نساء ورجال

3. يتم توصيف الفئات كذلك عن طريق تقييد خصائص الفئات أو العلاقات مثاله:

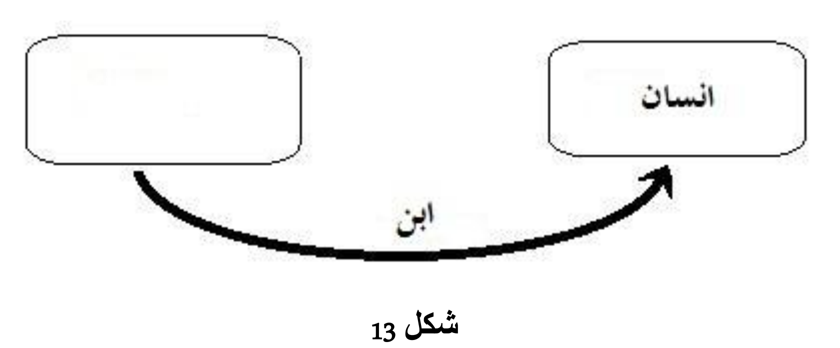
```
<owl:Restriction>
  <owl:onProperty rdf:resource="#ابـن" " />
  <owl:allValuesFrom rdf:resource="#انـسان " />
</owl:Restriction>
```

لاحظ أننا في المثال أعلاه قمنا بتعريف فئة مجهولة "anonymous class" عن طريق قصر قيم خاصية **ابن** على "**انسان**"، حيث أن جميع قيمها يتوجب أن تأخذها من فئة "**انسان**".

مثال آخر:

```
<owl:Restriction>
<owl:onProperty rdf:resource="#ابـن" " />
<owl: allValuesFrom rdf:resource="#أسـتـاذ " />
</owl:Restriction>
```

في هذا المثال حددنا فئة أبناء الأساتذة وذلك بحصر قيم العلاقة **ابن** في فئة الأساتذة.



شكل 13

4. يتم كذلك تعريف الفئة بتقاطع فئتين معرفتين أو أكثر باستعمال الخاصية intersectionOf مثاله:

```
<owl:Class rdf:ID="مـهـنـدسـون_أبـنـاء_الأسـاتـذة">
<owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="#مـهـنـدس" />
<owl:Restriction>
<owl:onProperty rdf:resource="#ابـن" " />
<owl: allValuesFrom e rdf:resource="#أسـتـاذ " />
</owl:Restriction>
</owl:intersectionOf>
</owl:Class>
```

في هذا المثال قمنا بتعريف فئة مجهولة " **مهندسون_أبناء_الأساتذة** " تتشكل من تقاطع فئتين متمايزتين وهما فئة المهندسين وفئة أبناء الاساتذة،ومن ثم نحصل على فئة متولدة وهي فئة المهندسين أبناء الأساتذة.

5. تتوالد الفئات بعضها من بعض داخل النسق الأنطلوجي عن طريق اتحاد فئتين أو أكثر وتستعمل لهذا الغرض خاصية الاتحاد « owl:unionOf » مثاله:

```
<owl:Class rdf:ID="انسان">
 <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
 <owl:Class rdf:about="#نساء" />
 <owl:Class rdf:about="#رجال" />
 </owl:unionOf>
</owl:Class>
```

في هذا المثال قمنا بتعريف فئة انسان على أساس أنها حاصل اتحاد فئتين معرفتين : رجال ونساء.

6. من بين الطرق في تحديد الفئات التعريف بالنفي الذي يقوم على تعريف فئة معينة باعتماد عملية التكامل الرياضي complementOf مثل أن نعرف فئة بناء على تحديد العناصر التي لا تنتمي إليها مثل أن نحدد مجموعة ضمن مجموعة انسان حيث لا يوجد فيها ذكور .

```
<owl:Class>
  <owl:complementOf>
    <owl:Class rdf:about="#ذكور"/>
  </owl:complementOf>
</owl:Class>
```

حاصل القول في هذا الباب أن الأنطلوجيا هي توصيف صوري لمجال معين من خلال تحديد المفاهيم الخاصة به (Class) وصفاتها والعلاقات بين هذه المفاهيم (Proprieties) . تكون المفاهيم أو الفئات عادة منتظمة بشكل هرمي (hierarchy) بحسب علاقة التعميم و التخصيص (generalization/ specialization) بين هذه المفاهيم ، وتستعمل لأغراض بحثية في الفضاء الشبكي والمعالجة الآية الذكية للبيانات كما يمكنها أن تعتبر أساسا لبناء برامج حاسوبية ذات مقدرة أشبه بتلك التي يمتلكها الإنسان، ومن شأن الأنطلوجيات المعلوماتية باعتبارها خرائط مفهومية تقديم خدمات جليلة للويب في أفق جعله أكبر قاعدة معلومات والتقدم به إلى مزيد من الترابط والانتظام.

1.4.2.1-الاستدلال في الأنطلوجيا

نقصد بالاستدلال تلك العملية التي بمقتضاها ينتقل الانسان أو الآلة من جمل مسلم بها إلى جمل مطلوبة وفق قواعد مقررة ، أي أن تكون الجمل بحالة يلزم من العلم بها العلم بجمل أخرى.

يحظى الاستدلال في الأنطلوجيا بأهمية خاصة لما لهذه الخاصية من فائدة في توصيف البيانات بطريقة دقيقة واستنتاج بعضها من بعض وفق علاقات منطقية صارمة. ويعول الباحثون في مجال الإعلاميات والذكاء الإصطناعي كثيرا على هذه الخاصية لاسيما في مجال محركات البحث التي ستصبح قادرة على استنباط معارف جديدة من أخرى متقدمة اعتمادا على شبكة العلاقات المنطقية التي تربط المفاهيم بعضها ببعض.

فبفضل ما تتمتع به العلاقات من ميزات يمكن استنتاج معارف جديدة، مثل أن نستنتج من علاقة البنوة بين أحمد وطارق علاقة الأبوة باعتبار أن الأبوة هي عكس علاقة البنوة.

ولا يقف الأمر عند هذا الحد بل يمكن للآلة حساب القضايا والتعرف إلى مكامن الضعف والخطأ المنطقي في النسق المراد معالجته كما سنبين ذلك في حينه.

1.1.4.2.1-الخصائص المنطقية للعلاقات الأنطلوجية:

تنضبط العلاقات بين المفاهيم في الأنطلوجيا بنسق من القواعد المنطقية الصورية، تجعل من حساب قضايا الشبكة الدلالية ممكنا، ونقصد بالحساب مجموعة من العمليات الاستنتاجية والاستنباطية ، التي يجريها المستعمل على عدد محدود من الجمل، لاستخراج نتائج جديدة من مقدمات معروفة ، والأمثلة الواردة فيما يأتي من البحث خليقة بتوضيح ذلك.

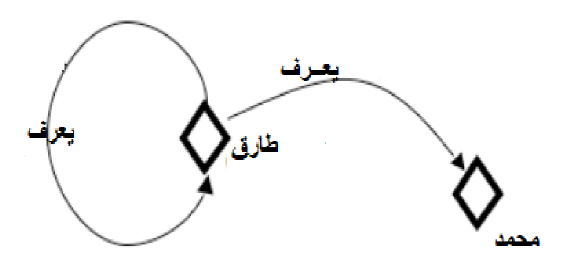
أ. الانعكاس « réflexive »

تتصف الخاصية ع بالانعكاس متى ربطت العلاقة بين الشيء ونفسه، ونصوغها رياضيا كما يلي:

- تكون ع منعكسة إذا كان وفقط إذا كان "أ" ع "أ"

مثال الانعكاسية:

علاقة "يعرف" تربط بين طارق وأحمد كما تربط طارق بنفسه (شكل 14).



شكل 14

```
<owl:ObjectProperty rdf:about='#يعرف'>
<rdf:type rdf:resource='&owl;ReflexiveProperty'/>
</owl:ObjectProperty>
```

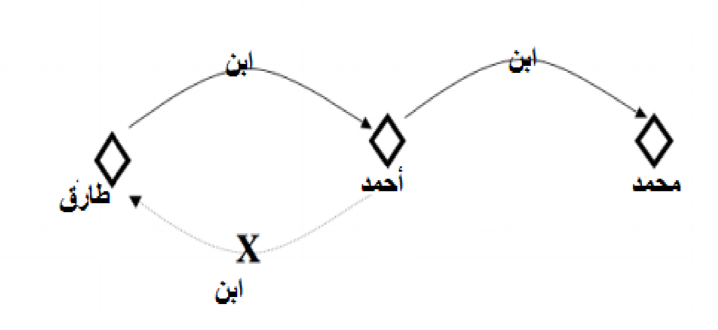
ب. عدم التعاكس «Irréflexive »

تتصف العلاقة ع بعدم التعاكس إذا ربطت ع بين فئتين "أ" و "ب" وكانت "أ" تخالف "ب" :

تكون العلاقة ع غير منعكسة إذا كان وفقط إذا كان ("أ" ع "ب" ∧ "أ" ≠ "ب")

ت. خاصية عدم التناظر AsymmetricObjectProperty

مثال:



شكل 15

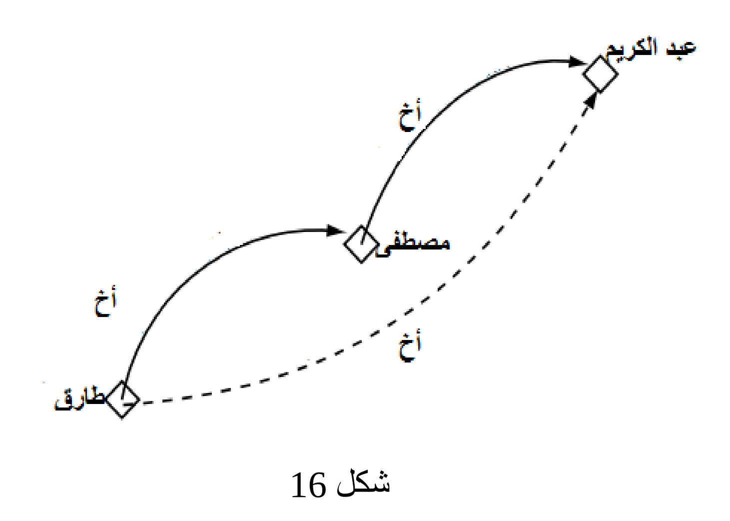
```
<AsymmetricObjectProperty>
  <ObjectProperty IRI="ابن"/>
 </AsymmetricObjectProperty>
```

أ. خاصية التعدي «owl:TransitiveProperty »

تكون العلاقة ع متعدية متى قامت بالشرط التالي ؛ إذا ارتبط مفهوم "أ" بمفهوم "ب" بواسطة العلاقة ع، وارتبط بنفس العلاقة ع المفهوم "ب" بمفهوم آخر "ج"، فإن العلاقة ع تربط كذلك بين "أ" و "ج" ، وتتخذ الصورة الرياضية التالية:

- تكون ع متعدية إذا كان وفقط إذا كان : (أ ع ب) ∧ (ب ع ج) ← (أ ع ج)

مثال خاصية التعدي : علاقة "أخ" هي علاقة متعدية كما يبين (شكل 16)



شكل 16

```
<owl:TransitiveProperty rdf:ID="أخ">
<rdfs:domain rdf:resource="#انسان"/>
```

```
<rdfs:range  rdf:resource="#انسان"/>
</owl:TransitiveProperty>
```

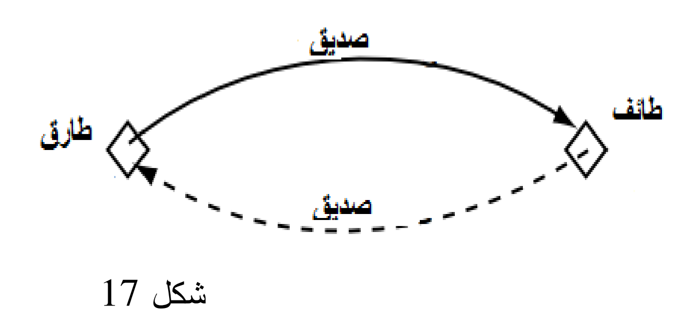
أ. التناظر « owl:SymmetricProperty »

توصف الخاصية بالتناظر إذا ارتبط عنصر "أ" بعنصر "ب" بواسطة الخاصية "ع" ، ثم قبلت تغيير وضع عناصرها ، أي

- ("أ" ع "ب") ← ("ب" ع "أ")

مثال :

```
<owl:SymmetricProperty rdf:ID="صديق">
<rdfs:domain rdf:resource="#انسان"/>
<rdfs:range  rdf:resource="#انسان"/>
</owl:SymmetricProperty>
```



شكل 17

تلاحظ أن تغيير طرفي علاقة "صديق" لا يؤثر على معنى الجملة، فإذا كان الأمر كذلك فإن علاقة "صديق" تتصف بالتناظر «SymmetricProperty» (شكل 17).

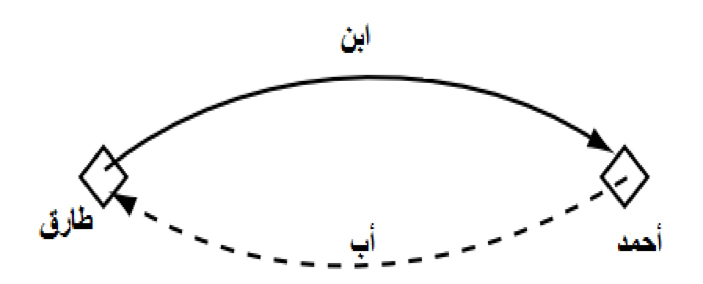
ث. علاقة التعاكس « owl:inverseOf »

نعتبر العلاقة ع متعاكسة مع العلاقة ع$_1$ متى وجد عنصران "أ" و"ب" يحققان ما يلي :

- ع متعاكسة مع ع$_1$ ← ("أ" ع "ب") و ("ب" ع$_1$ "أ")

مثال :

علاقة "ابن" و"أب" علاقتان متعاكستان.



شكل 18

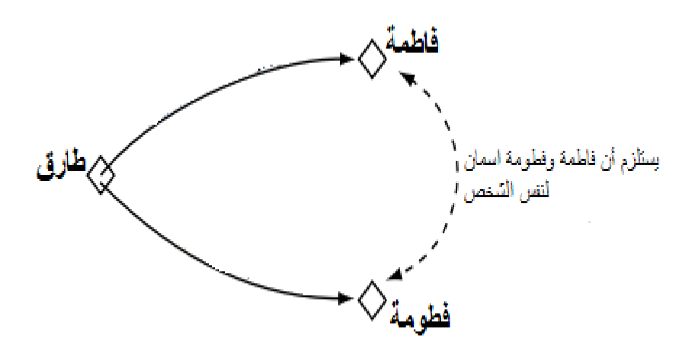
ج. علاقة وظيفية «owl:FunctionalProperty»

تكون العلاقة عـ وظيفية متى حققت الشرط الآتي:

- "أ" عـ "ب" وَ "أ" عـ "د" ← "ب" = "د"

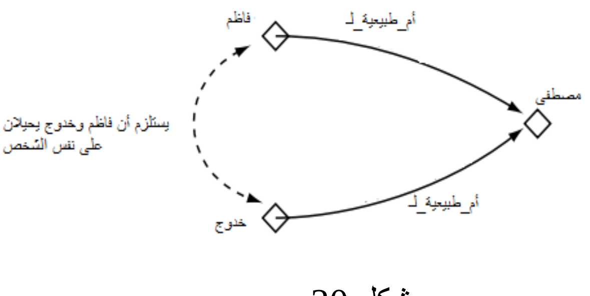
مثال علاقة "أمه"

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="أمه">
<rdf:type    rdf:resource="&owl;FunctionalProperty" />
<rdfs:domain rdf:resource="#انسان" />
<rdfs:range  rdf:resource="#امرأة" />
</owl:ObjectProperty>
```



شكل 19

ح. انعكاس العلاقة الوظيفية



شكل 20

3.1–لغة الاستعلام الخاصة بالأنطلوجيا

لا يتم التعامل بشكل مباشر مع قواعد الشبكات الدلالية إلا عبر مجموعة من التعليمات البرمجية التي تعتبر حلقة وصل أساسية بين المستعمل النهائي والشبكة الدلالية، لأجل ذلك طورت منظمة W3C معيار «SPARQL»[29] قصد استخدامه في التعامل مع البيانات الموصوفة بلغة «RDF» ومشتقاتها .وقد تم اعتباره مقياسا ضمن التوصيات المقررة من قبل المنظمة منذ 15 يناير 2008[30] .

تسمح لغة الاستعلام الخاصة بالشبكات الدلالية «SPARQL» للمستعمل أن يتعامل مع موارد الفضاء الشبكي باعتبارها قاعدة بيانات ضخمة تمكنه من الوصول إلى أي نقطة من محيطه الواسع ، لا تختلف كثيرا عن لغة الاستعلام الخاصة بقواعد البيانات العلائقية "SQL" فقد زودت بمجموعة من العمليات تمكنها من القيام بالمهام التالية:

1. استرجاع البيانات من الشبكة الدلالية[31]
2. إضافة بيانات جديدة إلى الشبكة الدلالية (INSERT DATA)

```
PREFIX dc : <http ://purl.org/dc/elements/1.1/>
INSERT DATA
{
 <http ://example/book3> dc :title   « A new book » ;
                  dc :creator  « A.N.Other » .
}
```

3. تعديل البيانات[32] مثل نقل معطيات من شبكة لأخرى

```
LOAD <documentURI> [ INTO <uri> ]
```

4. حذف بيانات من الشبكة الدلالية[33] (DELETE DATA)

```
PREFIX dc : <http ://purl.org/dc/elements/1.1/>

DELETE DATA
{ <http ://example/bookx> dc :title   « الخصائص» ;
                  dc :creator  « ابن جني » .
}
```

[29] - SPARQL Protocol and RDF Query Language
[30]-http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/
[31]-http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/#select
[32]-http://www.w3.org/TR/2010/WD-sparql11-update-20100126/#t411
[33]-http://www.w3.org/TR/2010/WD-sparql11-update-20100126/#t412

إلى جانب ذلك تستطيع القيام بعمليات متنوعة مثل الوصف DESCRIBE و CONSTRUCT .

وأهم ميزة رئيسية لا تستطيع لغة الاستعلام التقليدية « SQL» القيام بها هي القدرة على التعامل مع أكثر من شبكة دلالية عبر الفضاء الشبكي كما يبين شكل 24.

2-محرر نص الأنطلوجيا

تساعد برامج تحرير النصوص المستعملين على إنشاء نصوص انطلوجية، وتعديل ملفاتها الحاسوبية بشكل تفاعلي ومرئي من غير أن يتطلب ذلك من المستخدم خبرة برمجية بإحدى لغات الويب الدلالي، وقد صممت لهذا الغرض عدة برامج يمكن تقسيمها إلى صنفين:

أ. صنف يُحمل من الموقع الخاص بالبرنامج، ويتم تنصيبه في الحاسوب الشخصي للمستعمل، ومنه نجد برنامج "بروتيجي" الذي يتطلب أن يكون الحاسوب مجهزا ببرنامج جافا. ويمثل لهذا الصنف أيضا ببرنامج "أنزو" الذي يعمل بتوافق مع حزمة "أوفيس ميكروسوفت".

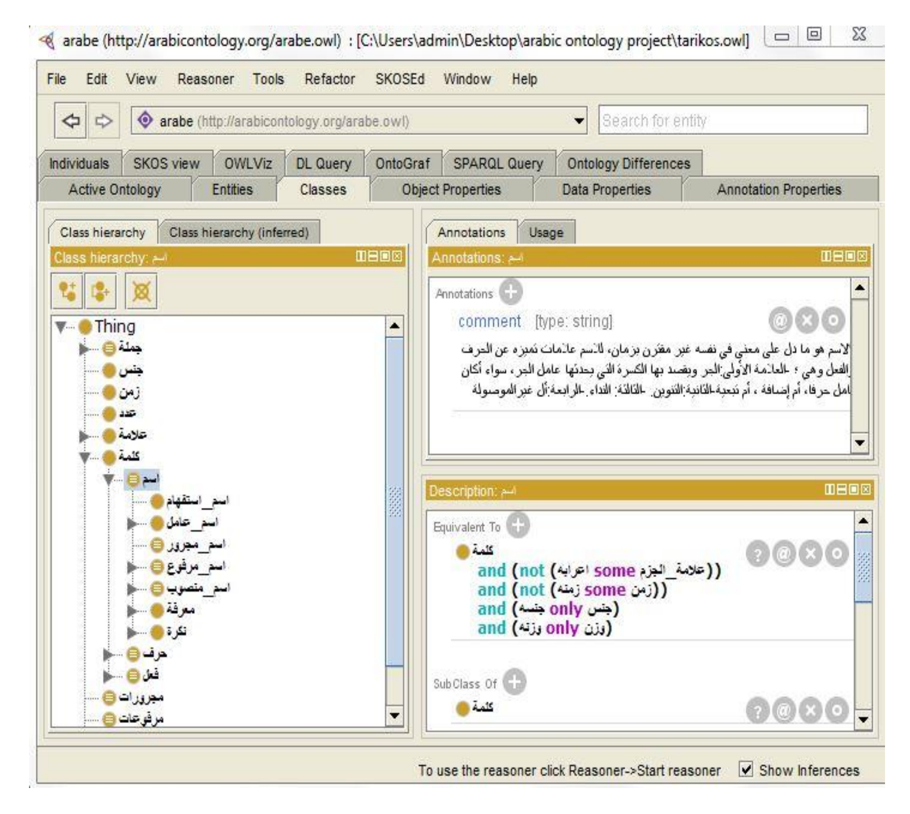
ب. صنف يشغل مباشرة من الموقع المستضيف للبرنامج مثل برنامج "بروتيجي" على الخط المباشر[34].

1.2-بروتيجي

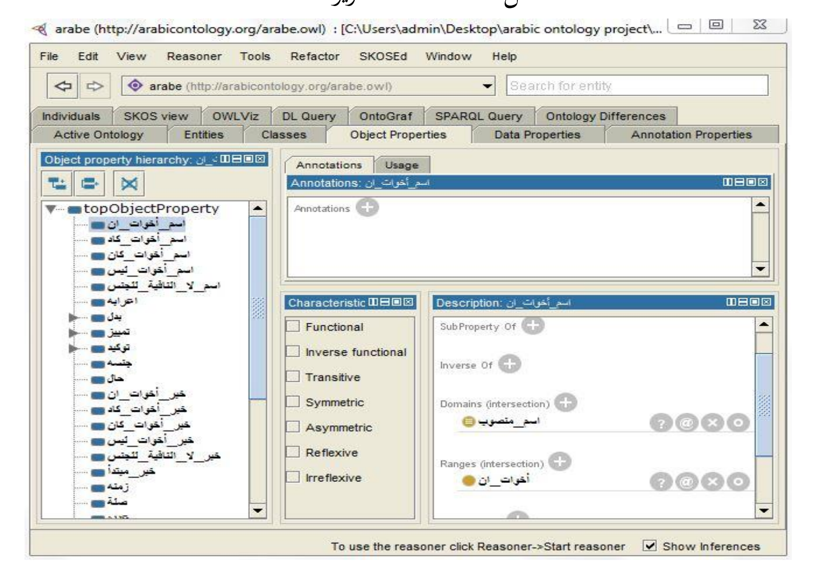
يعد برنامج بروتيجي « Protege » من أشهر البرامج المساعدة على تحرير ونشر نصوص الأنطلوجيا، إلى جانب كونه مزودا بكل الوسائل المتاحة في إعداد انطلوجيات من بناء الفئات والخصائص بنوعيها إلى استعلام النصوص الأنطلوجيا في الفضاء الشبكي ، يتوفر بروتيجي على واجهة رسومية تتضمن مجموعة من النوافذ، كل نافذة أنيطت بها وظيفة مخصصة؛ فنافذة الفئات تسمح للمستعمل بإنشاء الفئات « Classes » في بناء هرمي كما تبين صورة شكل 21 ، أما نافذة الخواص الموضوعية « ObjectProperties » المبينة في شكل 22 فتعطي للمستخدم إمكانية إنشاء خواص أو علاقات بين فئات « Domain » وفئات « Range » ، فيما يتعلق بنافذة الخواص البيانية فإنها تقدم للمستخدم امكانية ربط الفئات بمحارف نصية أو رقمية .

ولا يقف البرنامج عند إنشاء الفئات والخواص ، فقد يقوم بعمليات استرجاعية للبيانات تسمى بعمليات الاستعلام بواسطة لغة « SPARQL » انظر شكل 24

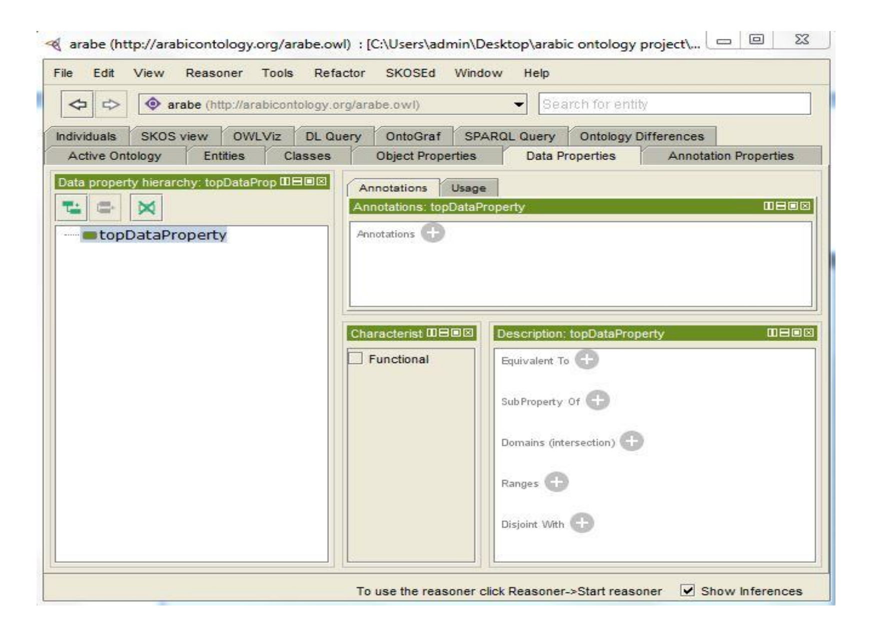
[34] - http://webprotege.stanford.edu/



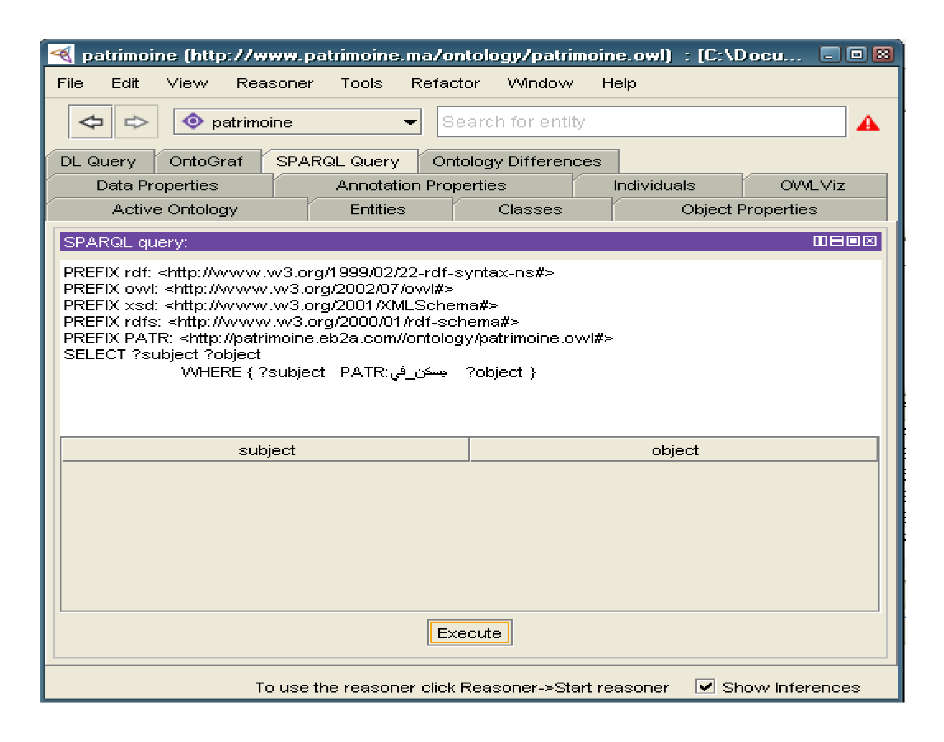
شكل 21 : نافذة تحرير الفئات



شكل 22 : نافذة تحرير الخواص



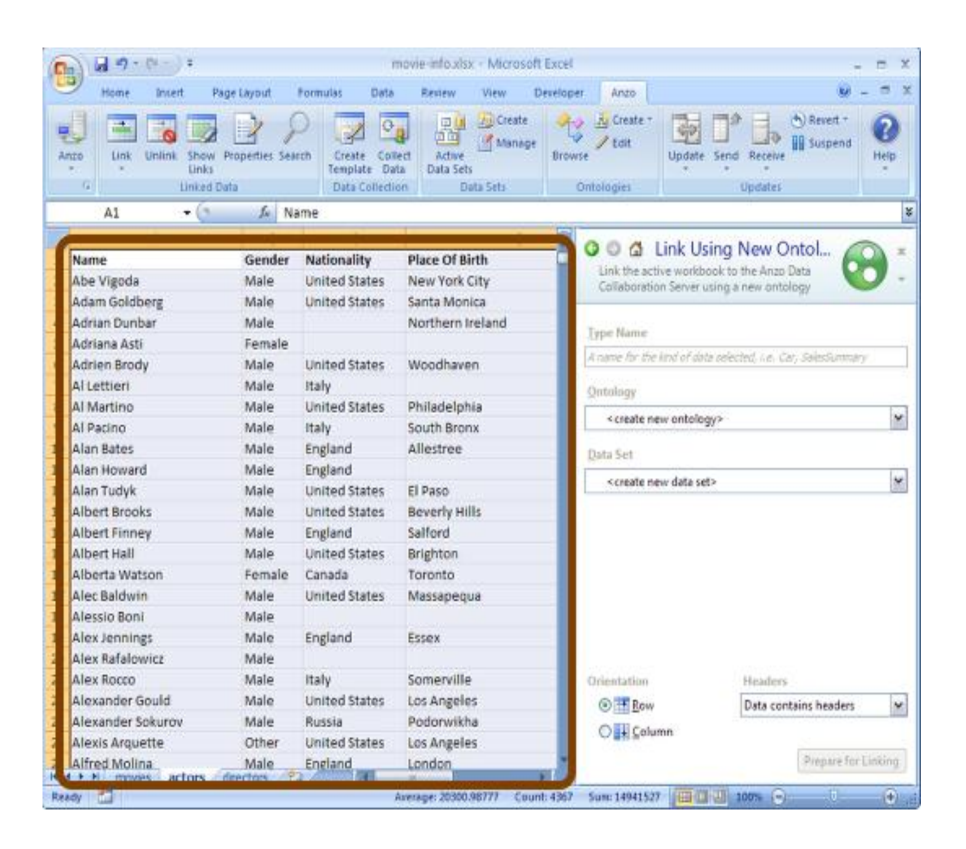
شكل 23



شكل 24 : نافذة خاصة بالاستعلام

2.2–انزو

من مميزات هذا البرنامج أنه يعمل ضمن فضاء "أوفيس ميكروسوفت"، ويؤدي مجموعة من المهام الخاصة بإنشاء وتعديل وحذف وإضافة عناصر الأنطلوجيا .



شكل 25 : واجهة برنامج انزو

خلاصة الفصل

ما كان للويب الحالي أن يتقدم بخطى حثيثة نحو ويب أكثر انتظاما وترابطا لو لم يعد النظر في أدوات اشتغاله التقليدية، ولعل أهم ما جاء به الويب الدلالي من تقنيات لتجاوز عيوب ونقائص الفضاء الشبكي الحالي هو مجيئه بمنظومة لغوية صورية تمنح المستعملين القدرة على توصيف مواردهم الرقمية بطريقة موحدة في أفق جعل الحواسيب تفهم ما تعالجه من بيانات، وبذلك أصبحنا نعيش مرحلة دقيقة في غاية الخطورة بمكان حيث انتقل فيها الحاسوب من مجرد وسيط سلبي إلى متلق فعال يشارك الانسان في فهم المعلومة ونقلها وفق مقتضيات الذكاء الاصطناعي ،ولا يفوتنا أن نذكر أن الويب الدلالي هو امتداد عضوي للويب الحالي ويستثمر تقنياته ويقوم بتوسيعها، ويرتكز على مبدأين أساسيين:

المبدأ الأول يتيح للخرائط المعلوماتية أن تعرف جميع مواردها الرقمية بإعطائها عناوينا خاصة تسمى اختصارا « URI » هكذا يمكن للمستخدم أن يستعير من انطلوجيا "أ " واصفة "ب" ليصف بها موردا معينا في وثيقته أو وثائقه (شكل 11).

أما المبدأ الثاني فيمنح للمستعمل الأدوات الضرورية ليترجم الشبكة المفاهيمية في الأنطلوجيا إلى لغة حاسوبية يمكن للحاسوب التعامل معها. وتتميز هذه اللغات بمجموعة من الميزات تجعلها مؤهلة أكثر من غيرها لاستيعاب مشاكل الويب الحالي وتجاوز

نقائصه، ومن أهم هذه الميزات أنها مرنة حيث تعطي للمستخدم إمكانيات اختيارية واسعة في توصيف موارده، فضلا عن كونها تدعم التوافقية .

بهذه الأدوات الدلالية (نسبة إلى الويب الدلالي) استطاع خبراء الهندسة المعرفية في منظمة العالمية للويب w3c بناء خرائط مفهومية أو شبكات دلالية تعرف بالأنطلوجيات أو الوجوديات تسعى إلى توصيف ميادين مختلفة من خلال تحديد المفاهيم ذات صلة وعلاقاتها ، وعن طريق هذه الشبكات الدلالية يفهم الحاسوب مجال التوصيف وقد انخرطت العديد من المنظمات العلمية الكبرى ومراكز المعلومات والخدمات في تخريج معطياتها بما تقتضيه معايير الويب الدلالي نظرا لأهميتها وخطورتها.